



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 44 44 545 A 1

51 Int. Cl. 6:  
B 60 K 6/02  
B 60 K 6/06

21 Aktenzeichen: P 44 44 545.8  
22 Anmeldetag: 14. 12. 94  
43 Offenlegungstag: 29. 6. 95

DE 44 44 545 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31  
22.12.93 DE 43 43 834.2

71 Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

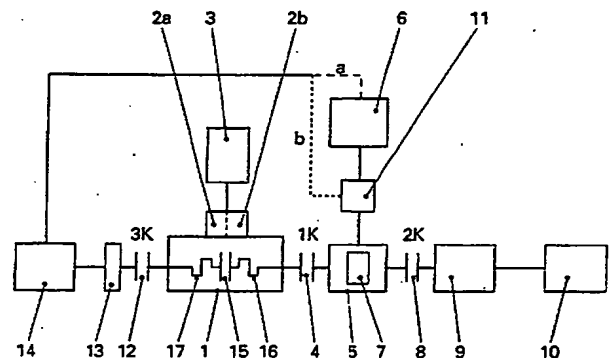
72 Erfinder:  
Barske, Heiko, Dr., 82166 Gräfelfing, DE;  
Heidemeyer, Paulus, Dipl.-Ing., 38442 Wolfsburg,  
DE; Saridakis, Nikolaus, Dipl.-Phys., 38104  
Braunschweig, DE

54 Hybridfahrzeug

57 Elektrofahrzeuge sind aufgrund der zur Verfügung stehenden Batteriekapazität in der Reichweite stark begrenzt. Dies gilt insbesondere für Parallel-Hybridfahrzeuge, da ein großer Teil des zur Verfügung stehenden Raumes und Eigengewichtes bereits durch die verhältnismäßig große Verbrennungskraftmaschine beansprucht wird. Die Erfindung stellt ein Parallel-Hybridfahrzeug mit vergrößerter Reichweite im Elektrobetrieb zur Verfügung.

In einem Hybridfahrzeug mit Verbrennungskraftmaschine (1), Elektromotor (5) und einer Traktionsbatterie (6) wird zusätzlich ein vom Elektromotor (5) verschiedener Generator (14) vorgesehen, der angetrieben durch die Verbrennungskraftmaschine (1) oder ein Modul (17) der Verbrennungskraftmaschine (1) zum Aufladen der Batterie (6) dient. Das Modul (17) oder die Verbrennungskraftmaschine (1) wird hierbei vorteilhaft von der Fortbewegung des Fahrzeugs abgekoppelt (4) und arbeitet vorzugsweise im Einpunktbetrieb.

Parallel-Hybridfahrzeuge mit vergrößerter Reichweite im Elektrobetrieb.



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 95 508 026/632

7/29

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Hybridfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Hybridfahrzeuge sind Fahrzeuge, die wahlweise von einer Verbrennungskraftmaschine, einem Elektromotor oder von beiden antreibbar sind. Der Elektromotor kommt insbesondere dann als Antrieb bzw. zur Fortbewegung des Hybridfahrzeuges zum Einsatz, wenn ein Schadstoffausstoß vermieden werden soll. Dies ist insbesondere in Fabrikhallen und in Gemeinden bzw. Städten bei Smoggefahr erwünscht. In manchen Gemeinden sind sogar ganze Bereiche nur noch für Elektrofahrzeuge zugelassen.

Das Problem von Elektrofahrzeugen ist die Reichweite, begrenzt durch die Kapazität der Batterie. Aus diesem Grund ist bei den sogenannten Serien-Hybridfahrzeugen die Verbrennungskraftmaschine rein zum Antrieb eines Generators zum Aufladen der Batterie vorgesehen, ohne daß die Verbrennungskraftmaschine zum direkten (rein mechanischen) Antrieb (der Fortbewegung des Fahrzeuges) eingesetzt werden kann. Hierdurch wird die Reichweite des Fahrzeuges vergrößert. Bei Parallel-Hybridfahrzeugen erfolgt die Ladung der Batterie über den Elektromotor, der beim Antrieb des Fahrzeuges über die Verbrennungskraftmaschine als Generator schaltbar ist. Der Nachteil des Parallel-Hybridfahrzeuges ist insbesondere die verhältnismäßig geringe Batteriekapazität, da ein großer Teil des in einem Fahrzeug zur Verfügung stehenden Raumes und Eigengewichtes bereits durch die verhältnismäßig große Verbrennungskraftmaschine, die vorgesehen ist zur Fortbewegung des Hybridfahrzeuges, beansprucht werden. Ein Parallel-Hybridfahrzeug ist also ein Fahrzeug, das gewünschtenfalls über kürzere Strecken (bis ca. 100 km) als Elektrofahrzeug fungieren kann, ansonsten aber als Fahrzeug mit Verbrennungskraftmaschine konzipiert ist und überwiegend auch mit dieser eingesetzt wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Parallel-Hybridfahrzeug mit vergrößerter Reichweite im Elektrobetrieb. Diese Aufgabe wird gelöst bei einem gattungsgemäßen Fahrzeug mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1.

Das erfindungsgemäße Hybridfahrzeug ist grundsätzlich als Parallel-Hybridfahrzeug ausgelegt, enthält jedoch neben dem Elektromotor, der üblicherweise auch als Generator schaltbar ist, noch einen eigenständigen Generator, der also vom Elektromotor verschieden ist. Dieser eigenständige Generator ist optimiert zur Stromerzeugung und üblicherweise nicht vorgesehen zum Einsatz auch als Elektromotor (z. B. als Anlasser), sondern dient zum Aufladen der Batterie. Der Generator wird hierzu entweder von der Verbrennungskraftmaschine oder von zumindest einem Modul der Verbrennungskraftmaschine angetrieben. In dem erfindungsgemäßen Hybridfahrzeug besteht somit gegenüber einem Parallel-Hybridfahrzeug die Möglichkeit, die Batterie, die zur Speisung des Elektromotors dient, über den Generator mit der Verbrennungskraftmaschine oder zumindest einem Modul der Verbrennungskraftmaschine zusätzlich zu laden. Dies wird ganz besonders vorteilhaft, wenn beim Ladevorgang der Batterie durch den Generator die Verbrennungskraftmaschine oder das Modul der Verbrennungskraftmaschine nicht zur Fortbewegung des Hybridfahrzeuges eingesetzt wird. Hierzu sind Mittel zur Trennung der Verbrennungskraftmaschine oder des zumindest einen Moduls der Verbrennungskraftmaschine, das zum Antrieb des Generators dient, von der Fortbewegung vorgesehen, d. h., daß eine mechanische Trennung vom Antrieb vorgenommen wird. Diese Trennung erfolgt vorteilhaft mit einer Kupplung, die zwischen der Verbrennungskraftmaschine und dem Elektromotor angeordnet ist. Wenn die Verbrennungskraftmaschine in Module geteilt wird, dann sind die Mittel zur Trennung vorzugsweise eine Kurbelwellentrennung.

Insbesondere wenn die Verbrennungskraftmaschine oder ein Modul abgetrennt ist von der Fortbewegung und zum Aufladen der Batterie über den Generator dient, ist es vorteilhaft, wenn Mittel zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine oder des zumindest einen Moduls der Verbrennungskraftmaschine im Einpunktbetrieb vorgesehen sind. Der Einpunktbetrieb ist vorzugsweise ein Idealbetrieb hinsichtlich Wirkungsgrad und/oder Abgasverhalten. Für diesen Fall wird vorteilhaft eine Steuerung bereitgestellt, die die Verbrennungskraftmaschine bzw. das Modul der Verbrennungskraftmaschine hinsichtlich der Stromerzeugung mittels des Generators in einem günstigen Wirkungsgrad betreibt. Hierdurch wird erreicht, daß während der Aufladung der Batterie über den Generator geringere Abgasmengen freigesetzt werden als bei einer Ladung der Batterie über den als Generator geschalteten Elektromotor. Gleichzeitig ist ein Antrieb des Hybridfahrzeuges mit dem Elektromotor analog dem Serien-Hybridfahrzeug möglich.

Von besonderem Vorteil ist eine Ausführungsform, bei der die Verbrennungskraftmaschine in zwei Module teilbar ist, wobei ein erstes Modul vorgesehen ist zur Fortbewegung des Hybridfahrzeuges und ein zweites Modul entweder ebenfalls vorgesehen ist zur Fortbewegung des Hybridfahrzeuges oder zum Betreiben des Generators zum Aufladen der Batterie. Dies erlaubt, wie weiter unten geschildert, den universellen Einsatz der Verbrennungskraftmaschine in dem Hybridfahrzeug mit flexibler Anpassung der einzelnen Fahrzeugkomponenten an den jeweiligen Einsatz des Hybridfahrzeuges. Eine entsprechende Verbrennungskraftmaschine und eine Kurbelwellentrennung sind grundsätzlich aus der DE 27 53 480 C und DE 28 28 298 A bekannt.

Bei den beschriebenen Ausführungsformen ist es günstig, wenn die Verbrennungskraftmaschine von der Schwungmasse, die für den Betrieb einer Verbrennungskraftmaschine notwendig ist, getrennt aufgebaut ist und diese Schwungmasse einerseits in dem Elektromotor und andererseits in dem Generator integriert ist bzw. als separate Baueinheit mit diesem verbunden ist.

Außerdem ist es von Vorteil, wenn zwischen dem Generator und der Verbrennungskraftmaschine eine Kupplung angeordnet ist, wodurch beim Betrieb der Verbrennungskraftmaschine als Fortbewegungsmittel des Hybridfahrzeuges zum einen eine Trennung vom im Generator integrierten bzw. mit diesem verbundenen Schwungrades möglich ist und zum anderen ein leeres Mitlaufen des Generators vermieden wird.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Figur näher beschrieben.

Die Figur gibt schematisch den Aufbau des erfindungsgemäßen Hybridfahrzeuges wieder.

Eine Verbrennungskraftmaschine 1, die über Gemischaufbereiter 2a und 2b von einem Tank 3 gespeist wird, ist über eine erste Kupplung 4 mit einem Elektromotor 5 verbunden, der zum Erzeugen von Strom, insbesondere

zum Aufladen einer Batterie 6 auch als Generator schaltbar ist. Der Elektromotor 5 enthält integriert eine Schwungmasse 7, die ausgelegt ist zum Betrieb der Verbrennungskraftmaschine 1. Über eine zweite Kupplung 8 ist der Elektromotor 5 verbindbar mit einem Getriebe 9, das auf eine Achse 10 wirkt. Zur Steuerung des Elektromotors 5 und zum Laden der Batterie ist ein Controller 11 vorgesehen.

Die Verbrennungskraftmaschine 1 ist außerdem über eine dritte Kupplung 12 mit einem Schwungrad 13 und einem Generator 14 verbunden, wobei die Schwungmasse 13 und der Generator 14 analog dem Elektromotor 5 und der Schwungmasse 7 zusammengefaßt sein können. Zudem ist die Verbrennungskraftmaschine 1 über eine Kurbelwellentrennung 15 in ein erstes Modul 16 und ein zweites Modul 17 teilbar. Der Generator 14 ist entweder a direkt oder b über den Controller 11 mit der Batterie 6 verbunden.

Zum Betrieb des Generators 14 ist in diesem Ausführungsbeispiel nur das Modul 17 vorgesehen, das über den Gemischbildner 2a gespeist wird. Entsprechend kann das Schwungrad 13 verhältnismäßig klein (beispielsweise um 0,3 kgm<sup>2</sup>) und auf Betrieb mit dem zweiten Modul 17 im Einpunktbetrieb abgestimmt sein. Grundsätzlich kann der Generator 14 auch als Anlasser für das zweite Modul 17 und gewünschtenfalls auch für die ganze Verbrennungskraftmaschine 1 dienen, da jedoch der Generator 14 vorzugsweise auf die Erzeugung von Strom optimiert ist, wird die Verbrennungskraftmaschine 1 oder auch das zweite Modul 17 über den Elektromotor 5 angelassen. Hierzu ist die zweite Kupplung 8 außer Eingriff und die erste Kupplung 4 in Eingriff. Vorteilhaft ist auch die dritte Kupplung 12 außer Eingriff. Wenn nur das erste Modul 16 angelassen werden soll, ist vorzugsweise auch die Kurbelwellentrennung 15 außer Eingriff, zum Starten der ganzen Verbrennungskraftmaschine 1 oder auch des zweiten Moduls 17 ist vorzugsweise die Kurbelwellentrennung 15 in Eingriff. Wenn nur der Betrieb des zweiten Moduls 17 gewünscht ist, werden nach dem Anlassen der Verbrennungskraftmaschine 1 die erste Kupplung 4 und die Kurbelwellentrennung 15 außer Eingriff genommen, wodurch dem ersten Modul 16 die für den Betrieb erforderliche Schwungmasse des Schwungrades 7 fehlt und es entsprechend von selbst anhält. Gewünschtenfalls kann auch über den Gemischbildner 2b oder die Motorsteuerung der Verbrennungskraftmaschine das erste Modul 16 angehalten werden.

Für die Verbrennungskraftmaschine 1 kommen grundsätzlich alle Motorensysteme, die in Module aufteilbar sind, in Frage. Bei Zylindermotoren ist beispielsweise eine Aufteilung gemäß Tabelle I möglich.

Tabelle I

| Modul 2      | Modul 1 | Bemerkung               |
|--------------|---------|-------------------------|
| Zylinderzahl |         |                         |
| 2            | 2       | Reihen- oder Boxermotor |
| 3            | 3       | Reihen- oder V-Motor    |
| 4            | 4       | V-Motor                 |
| 1            | 2       | Reihenmotor             |
| 1            | 3       | Reihenmotor             |

Die unsymmetrische Aufteilung der letzten beiden Beispiele ist zwar in der Zündfolge schwierig, hat aber den Vorteil, daß ein Generator begrenzter Leistung, insbesondere für begrenzte Traktionsbatteriegrößen, günstig eingesetzt werden kann.

Grundsätzlich kann auch eine Verbrennungskraftmaschine 1 ohne Kurbelwellentrennung eingesetzt werden, wodurch das erfindungsgemäße Hybridfahrzeug aber weniger flexibel in der Anpassung der Komponentengrößen und in funktionellem Einsatz ist. Mit einer Kurbelwellentrennung ergibt sich ein optimaler Einsatz der Motormodule und des Elektromotors gemäß Tabelle II.

Tabelle II

| Motor  | Funktion   |
|--|--|
| 5 a) Elektromotor                                    | kleine Last und Bremsenergieerückspeicherung   |
| 10 b) erstes Modul                                   | mittlere Last, insbesondere mit voller Zylinderfüllung   |
| 15 c) erstes Modul<br>+ Elektromotor                 | wie b), Bremsenergieerückspeicherung, Batterieladen oder zusätzliche Elektrotraktion (Beschleunigen)         |
| 20 d) erstes und zweites Modul                       | volle Last und Leistung  |
| 25 e) erstes und zweites Modul<br>+ Elektromotor     | wie d), Bremsenergieerückspeicherung, Batterieladen oder zusätzliche Elektrotraktion (starkes Beschleunigen) |
| 30 f) zweites Modul<br>+ Generator                   | Laden der Batterie, Notstromaggregat.  |
| 35 g) zweites Modul<br>+ Generator<br>+ Elektromotor | wie a), Laden der Batterie mit zweitem Modul im Einpunktbetrieb während der Elektrotraktion                  |

40 In Tabelle III ist eine Zuordnung der Komponentengrößen im Vergleich mit den bekannten Parallel- und Serien-Hybridfahrzeugen wiedergegeben.

45

50

55

60

65

Tabelle III

| Struktur                                    | Generator    | VB-Motor     | E-Mot.+Batterie | Getriebebedarf<br>Spreizung                               | Bemerkungen   |  |
|---|--------------|--------------|-----------------|---|---|--|
| erfindungsg.<br>Parallel-Se-<br>rien-Hybrid | klein        | mittel/groß  | klein/mittel    | groß; mit KV-Tren-<br>nung, tendenziell<br>etwas geringer | größter Strukturaufwand<br>optimaler VBM-Einsatz<br>Ges.-Gewicht klein/mittel | 5<br>10<br>15                          |
| Parallel-<br>Hybrid                         | entfällt     | groß         | klein/mittel    | groß  | Ges.-Gewicht klein/mittel   | 20<br>25<br>30                         |
| Serien-Hybrid                               | klein/mittel | klein/mittel | groß            | klein<br>(evtl. bis 1:1)                                  | Zentralenergieversorgung<br>mit größter Batterie<br>Ges.-Gewicht groß         | 35<br>40<br>45<br>50<br>55<br>60<br>65 |

Beim Schubetrieb werden die nicht benötigten Module 16 und 17 durch Außereingriffsetzen der ersten

Kupplung 4 stillgesetzt.

Abgesehen von dem größeren Strukturaufwand einschließlich Regelaufwand bei dem erfindungsgemäßen Hybridfahrzeug ergeben sich folgende Vorteile:

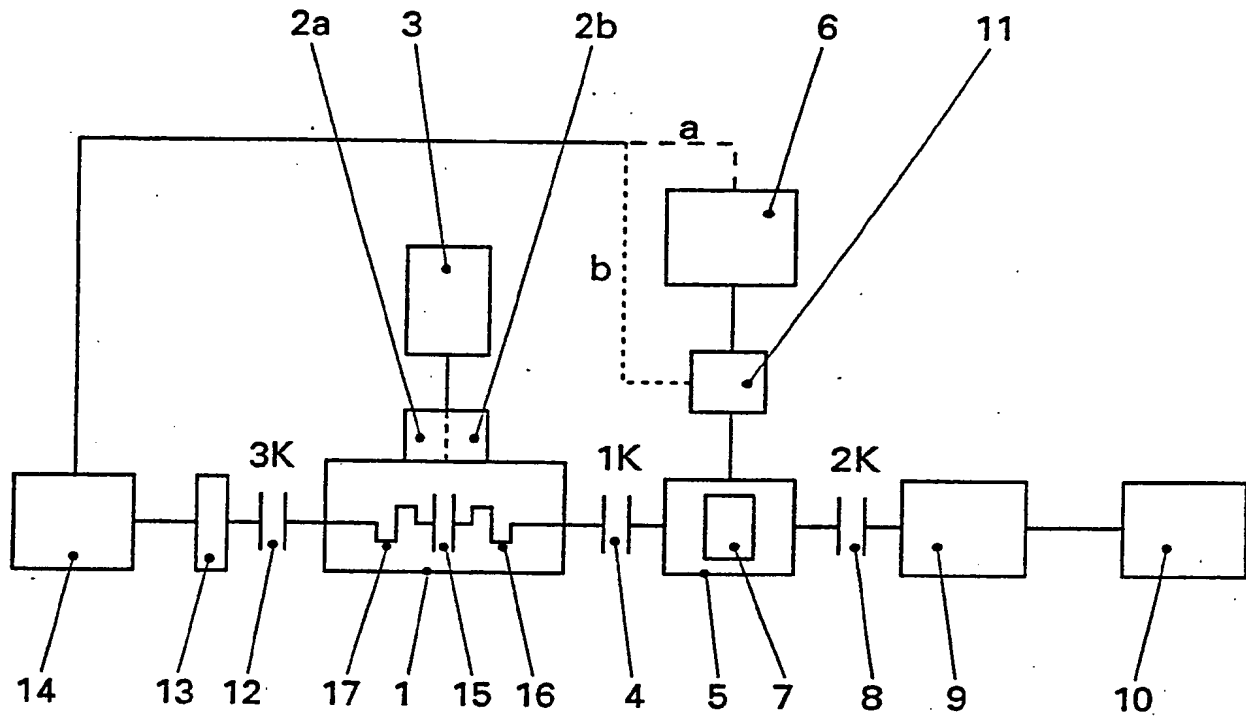
- sehr flexibler und angepaßter Komponenteneinsatz;
- optimaler Einsatz der Verbrennungskraftmaschine über drei additiv einsetzbare Kennfelder (kleine, mittlere bzw. große Last);
- elektrisches Fahren und Laden gleichzeitig zu beliebiger Zeit;
- zweites Modul im Einpunktbetrieb mit guter Anpassung an die Batteriegröße und mit besonders niedrigen Emissionen;
- emissionsfreies oder besonders emissionsniedriges Fahren über längere Distanzen;
- Notstromaggregat.

#### Patentansprüche

1. Hybridfahrzeug mit einer Verbrennungskraftmaschine (1), die vorgesehen ist zur Fortbewegung des Hybridfahrzeuges, einem Elektromotor (5), der ebenfalls vorgesehen ist zur Fortbewegung des Hybridfahrzeuges, einer Batterie (6) zur Speisung des Elektromotors (5), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbrennungskraftmaschine (1) oder zumindest ein Modul (17) der Verbrennungskraftmaschine (1) vorgesehen ist, einen vom Elektromotor (5) verschiedenen Generator (14) zum Aufladen der Batterie (6) anzutreiben.
2. Hybridfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (4) zur Trennung der Verbrennungskraftmaschine (1) oder des zumindest einen Moduls (17) der Verbrennungskraftmaschine (1) von der Fortbewegung beim Aufladen der Batterie (6) über den Generator (14) vorgesehen sind.
3. Hybridfahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine (1) oder des zumindest einen Moduls (17) der Verbrennungskraftmaschine (1) im Einpunktbetrieb zum Aufladen der Batterie (6) über den Generator (14) vorgesehen sind.
4. Hybridfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungskraftmaschine (1) in zwei Module (16, 17) teilbar ist, und daß eines (17) dieser Module getrennt vom anderen Modul (16) als Generatorantriebsmodul zum Aufladen der Batterie (6) einsetzbar ist.
5. Hybridfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Generator (14) und Elektromotor (5) Schwungräder (13, 7) integriert sind, die mit der Verbrennungskraftmaschine (1) bzw. den Modulen (17, 16) korrespondieren.
6. Hybridfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Generator (14) und der Verbrennungskraftmaschine (1) eine Kupplung (12) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



FIG